

ETUDE COMPARATIVE ENTRE L'ELIMINATION DU ZINC PAR ADSORPTION SUR LE KAOLIN ET SUR LA GOETHITE

Manal LARAKEB , Leila YOUCEF , Samia ACHOUR

*Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface – LARHYSS – Université de Biskra, B.P. 145, R.P., Biskra,
Algérie*

E-mail : manel.larakeb@yahoo.fr ; lyoucef2@yahoo.fr ; samia.achour@Larhyss.net.

Résumé

L'objectif de cette étude est de tester l'efficacité de rétention du zinc par utilisation de la goethite et du kaolin. Les essais d'adsorption ont été réalisés en solutions synthétiques d'eau distillée. Les résultats ont montré que la fixation du zinc (5 mg/l) sur les deux adsorbants (1 g/l) est rapide. En utilisant la goethite, on a obtenu un pourcentage d'élimination du zinc de 18% après un temps d'équilibre de 30 minutes. Après 60 minutes d'agitation, l'élimination du zinc par le kaolin était maximale avec un rendement égal à 45,48 %. La fixation du zinc est améliorée avec l'augmentation de la dose de l'adsorbant (0,1 à 8 g/l). Les rendements diminuent avec l'augmentation de la teneur initiale en zinc (2 à 20 mg/l) et sont intéressants à pH basiques.

Les essais d'adsorption ont montré que le kaolin était plus performant que la goethite quelque soit le paramètre réactionnel étudié.

Mots clés : Zinc, adsorption, kaolin, goethite, paramètres réactionnels.

1. INTRODUCTION

Les eaux usées industrielles ou urbaines, souvent rejetées dans le milieu récepteur (mer, rivières, sols) sans traitement préalable, provoque une dégradation de la qualité physico-chimique et biologique de ce milieu et génère de nombreuses maladies hydriques. Parmi les polluants minéraux on trouve le zinc. C'est un élément essentiel pour tous les organismes vivants, y compris l'homme (OMS, 2004). Les eaux résiduaires de certaines industries en Algérie contiennent le zinc à des teneurs largement supérieures aux normes, de tels rejets peuvent causer des effets indésirables aussi bien vis-à-vis de la faune aquatique que de la flore. L'adsorption sur les argiles et sur les hydroxydes a prouvé son efficacité sur l'élimination du zinc. Comme dans le cas de l'utilisation de la goethite (Bolland et al, 2008) ou du Kaolin (Arias et Sen, 2009). Plusieurs paramètres réactionnels ont été testés pour déterminer l'efficacité du traitement comme l'effet du temps d'agitation, de la dose de l'adsorbant, de la teneur initiale en zinc et du pH de traitement.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Solution mère de zinc

Nous avons préparé une solution mère de 1000 mg Zn^{2+} /l d'eau distillée en utilisant le sulfate de zinc ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$). Ensuite, nous diluons dans des proportions différentes pour préparer des solutions de concentrations plus faibles utilisées dans le cadre des essais.

2.2. Kaolin testé ($Al_2Si_2(OH)_4$) : est un produit Aldrich de surface spécifique 19,8 m^2/g .

2.3. Goethite testée : est un produit FLUKA. C'est un hydroxyde de fer de formule chimique $Fe(OH)O$ et de surface spécifique 20,5 m^2/g .

2.4. Méthodes de dosage

2.4.1. Mesure du pH

Pour la mesure du pH des échantillons d'eau, nous avons utilisé un pH-mètre HANNA pH 210 muni d'une électrode combinée (Bioblock Scientific). L'appareil est étalonné avant chaque série de mesure par utilisation de deux solutions tampons de pH 4,01 et 9,18.

2.4.2. Dosage de Zn^{2+}

Pour déterminer la teneur des ions Zn^{2+} dans les échantillons d'eau, nous avons employé un spectrophotomètre d'absorption atomique à flamme de type A.A-6200 de marque Shimadzu à une longueur d'onde $\lambda = 213,86$ nm.

2.5. Description des essais d'adsorption

Les essais d'élimination du zinc ont été réalisés en discontinu sur un agitateur magnétique par mise en contact d'une solution synthétique de zinc avec une masse constante du kaolin ou de la goethite. Chaque échantillon prélevé est filtré sous vide à l'aide d'une membrane à $0,45\mu m$ de porosité. Pour chaque échantillon filtré on a mesuré la teneur du zinc résiduel.

Différents essais ont été effectués permettant d'examiner l'influence de certains paramètres sur l'élimination du zinc sur chaque adsorbant tels que le temps d'agitation (0 à 6 heures), la dose de l'adsorbant (0,5 à 8 g/l), la teneur initiale en Zn^{2+} (2 à 20 mg/l), ainsi que le pH de traitement (4 à 9). L'effet du pH a été étudié en tamponnant la solution synthétique de zinc par utilisation des solutions HCl (0,1N) et NaOH (0,1N) durant l'essai d'adsorption.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Cinétiques d'adsorption

Nous avons suivi les cinétiques d'adsorption du zinc pour une teneur initiale en zinc égale à 5 mg/l et pour une masse constante de chacun des deux adsorbants (1g/l). Le suivi de la teneur résiduelle en zinc a été effectué en fonction du temps d'agitation (de 2 minutes à 6 heures). Les résultats obtenus (Fig.1) montrent que le rendement d'élimination du zinc varie avec le temps d'agitation, on a obtenu un maximum d'efficacité au bout de 30 minutes pour la goethite et de 60 minutes pour le kaolin. En effet, la valeur maximale d'élimination correspondante à ce temps est de 18 % pour la goethite et de 45,48 % pour le kaolin.

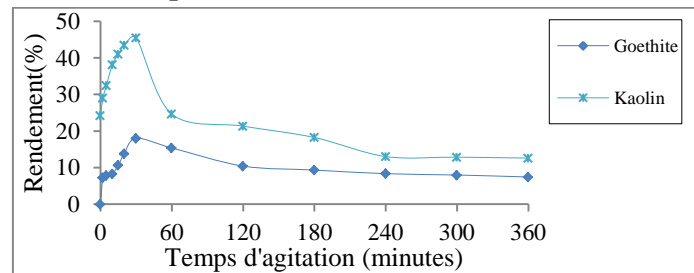


Fig. 1. Evolution de la cinétique d'adsorption du zinc ($[Zn]_0 = 5$ mg/l) sur chaque adsorbant (Dose de l'adsorbant = 1 g/l).

Nous pouvons distinguer deux étapes au cours de la cinétique d'adsorption du zinc pour les deux adsorbants. Au cours de la première étape, une augmentation rapide du rendement pour la goethite et le kaolin jusqu'au temps d'équilibre. Ceci s'explique par une fixation rapide des ions de zinc sur la surface des deux adsorbants, c'est l'étape de transfert de masse externe.

Au-delà du temps d'équilibre, la concentration résiduelle du zinc diminue progressivement car il y a un rechargement des ions Zn^{2+} par les sites de l'adsorbant.

3.2. Effet de la dose de l'adsorbant

Nous avons suivi l'évolution du rendement d'élimination du zinc pour une teneur initiale constante en zinc (5 mg/l) et pour des doses variables de goethite et du kaolin (0,1 à 8 g/l) (Fig.2). La mesure de la teneur résiduelle en zinc pour chaque échantillon traité a été effectuée après 30 minutes de contact avec la goethite et après 60 minutes avec le kaolin.

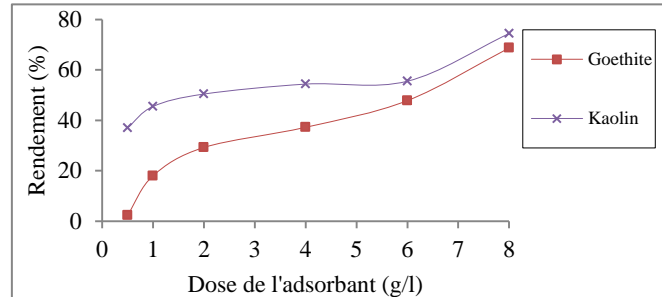


Fig.2. Effet de la dose de la goethite et du kaolin sur les rendements d'élimination du zinc (5 mg/l).

D'après les résultats présentés sur la Fig.2, nous pouvons constater que les rendements d'élimination du zinc augmentent avec l'accroissement de la dose introduite de l'adsorbant. Cette amélioration des rendements peut être justifiée par le fait que l'augmentation de la dose de l'adsorbant permet d'avoir des sites d'adsorption des ions zinc supplémentaires.

3.3. Effet de la teneur initiale en Zn^{2+}

Nous avons réalisé cet essai pour des teneurs initiales en zinc variant de 2 à 20 mg/l. La dose de goethite et du kaolin introduite est de 1 g/l. Selon les résultats présentés sur la Fig.3, nous pouvons constater que les rendements diminuent progressivement avec l'augmentation de la teneur initiale en zinc aussi bien pour la goethite que pour le kaolin. La diminution des rendements pourraient être due à la saturation des sites d'adsorption à la surface des deux adsorbants.

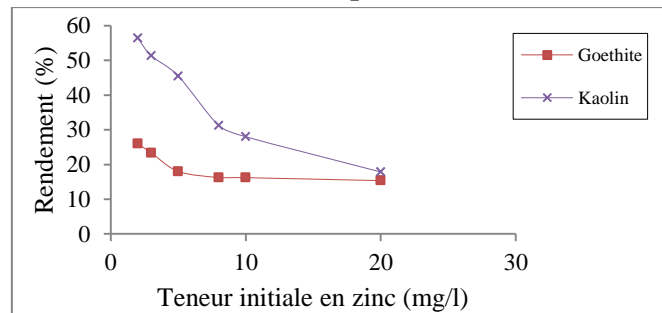


Fig. 3. Variation de l'efficacité du traitement en fonction de la teneur initiale en zinc en présence de chaque adsorbant (1g/l).

3.4. Effet du pH

Les essais d'adsorption du zinc (5 mg/l) ont été réalisés en présence d'une dose constante de l'adsorbant égale à 1g/l. Le pH des solutions a été ajusté successivement à 4, 6, 7 et 9 et est maintenu constant durant les 30 minutes et 60 minutes d'agitation pour la goethite et le kaolin respectivement, en utilisant les solutions NaOH (0,1N) et HCl (0,1N).

Sur la fig.4, nous présentons l'évolution des rendements d'élimination du zinc à différents pH.

Les résultats des expériences montrent une augmentation systématique du taux d'adsorption quand le pH croît. Les faibles rendements à pH acide peuvent être dus à l'augmentation de la compétition pour les sites d'adsorption entre H^+ et Zn^{2+} .

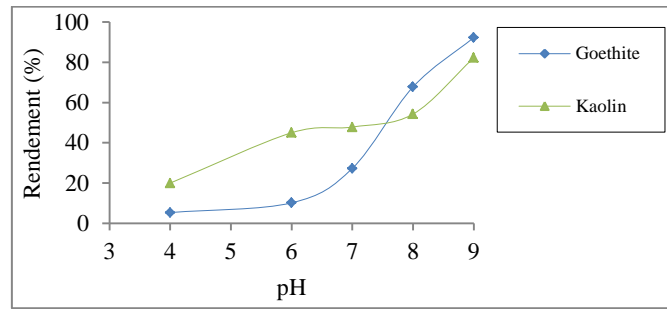


Fig. 4. Effet du pH sur les rendements d'élimination du zinc (5 mg/l) par adsorption sur la goethite (1 g/l) et sur le kaolin (1 g/l).

4. CONCLUSION

L'objectif de notre travail a été d'étudier les possibilités d'élimination du zinc par adsorption sur une argile (le kaolin) et un hydroxyde (la goethite). L'étude expérimentale que nous avons réalisée nous a permis de constater que :

-Le temps d'équilibre pour la goethite est atteint au bout de 30 minutes d'agitation et de 60 minutes pour le kaolin.

-l'efficacité de l'élimination du zinc (5 mg/l) augmente avec l'augmentation de la dose de l'adsorbant (0,1 à 8 g/l).

- L'élimination du zinc par adsorption sur la goethite ou sur le kaolin est plus efficace pour les eaux à faible concentration en zinc est l'efficacité du traitement diminue avec l'augmentation de la concentration initiale en zinc (2 à 20 mg/l).

-L'adsorption du zinc est influencée par le pH pour les deux adsorbants, les meilleurs rendements ont été obtenus dans les milieux basiques.

Le kaolin s'est avéré plus efficace que la goethite vis-à-vis de la rétention du zinc et cela, indépendamment de la variation des paramètres réactionnels (temps d'agitation, dose de l'adsorbant, teneur initiale en zinc et pH de traitement).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARIAS F., SEN T.K. (2009). Removal of zinc metal ion (Zn^{2+}) from its aqueous solution by kaolin clay mineral: A kinetic and equilibrium study, *Revue Source Colloids and surfaces A: Physicochemical and engineering aspects*, n° 348, 100-108.

O.M.S.(2004). Guidelines for drinking-water quality, third edition, Volume 1–Recommendation, Geneva.

BOLLAND . MDA, POSNER. AM, QUIRK JP (2008). Zinc adsorption by goethite in the absence and presence of phosphate, *Australian Journal of Soil Research*, Vol. 15, n° 3, 279 – 286